

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-13439  
(P2000-13439A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 4 L	12/56	H 0 4 L	1 0 2 D
	12/46		3 1 0 C
	12/28		5 K 0 3 0
			5 K 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-174680

(22) 出願日 平成10年6月22日 (1998.6.22)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 出村 峰範

東京都中野区中野2-14-21 株式会社シ  
ティテレビ中野内

(72) 発明者 安達 基光

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100100930

弁理士 長澤 俊一郎 (外1名)

最終頁に続く

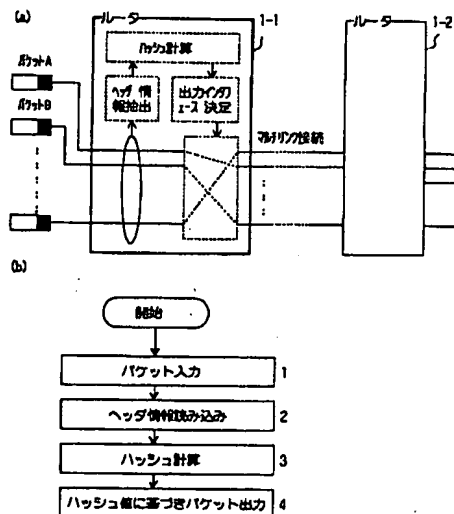
(54) 【発明の名称】 マルチリンク型ルーティング方法およびマルチリンク型ルータ

(57) 【要約】

【課題】 ルータ間がマルチリンク接続されたルータにおいて、簡単な手段によりパケットの順序制御を行うとともに、負荷分散を可能とすること。

【解決手段】 ルータ1-1にルーティングを行う必要があるパケットが入ってきたとき、ヘッダ情報の1つ又は複数を抽出し、抽出したヘッダ情報をキーとしてハッシュ計算等を行い、ハッシュ値に対応するインタフェースにパケットを出力する。このため、抽出したヘッダ情報が同一であるパケットの出力インタフェースは常に同一となり、パケットの順序逆転が起こることがない。また、上記ハッシュ計算式として、流れている量の多いパケットに帯域の広い経路が割り当てられるような関数を用いることにより、負荷分散を図ることが可能となる。

本発明の原理説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ルータ同士が直接接続されており、その接続数が複数である場合のルーティング方法であって、入力されたパケットのヘッダ情報の1つ又は複数を抽出し、抽出された情報をキーとしてパケットの出力インタフェースの決定を行うことにより、上記キーとなる情報が同一のパケットは同一インタフェースから出力されるようにしたことを特徴とするマルチリンク型ルーティング方法。

【請求項2】 パケットのヘッダ情報の1つ又は複数をキーとして、ハッシュ計算を行い、ハッシュ値に基づきパケットの出力インタフェースの決定を行うことにより、パケットの送出順序の制御を行なうようにしたことを特徴とする請求項1のマルチリンク型ルーティング方法。

【請求項3】 パケットのヘッダ情報の1つ又は複数をキーとして、流れている量の多いパケットに帯域の広い経路が割り当てられるようなハッシュ値を計算し、該ハッシュ値に基づきパケットの出力インタフェースの決定を行ない負荷分散を可能としたことを特徴とする請求項1のマルチリンク型ルーティング方法。

【請求項4】 ルータ間の接続数が複数であり、ルータ同士が直接接続されている伝送路に適用されるルータであって、

上記ルータは、入力されたパケットのヘッダ情報の1つ又は複数を抽出する手段と、上記抽出されたヘッダ情報の1つ又は複数をキーとして、パケットの出力インタフェースの決定を行う手段とを備えており、上記キーとなる情報が同一のパケットは同一インタフェースから出力されるようにしたことを特徴とするマルチリンク型ルータ。

【請求項5】 ルータ間の接続数が複数であり、ルータ同士が直接接続されている伝送路に適用されるルータであって、

上記ルータは、入力されたパケットのヘッダ情報の1つ又は複数を抽出する手段と、上記抽出されたヘッダ情報の1つ又は複数をキーとして、ハッシュ計算を行う手段と、ハッシュ値に基づきパケットの出力インタフェースの決定を行う手段とを備えており、

上記ハッシュ計算を行う手段は、流れている量の多いパケットに帯域の広い経路が割り当てられるようなハッシュ値を計算することを特徴とするマルチリンク型ルータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 近年、インターネットラジオ、インターネットTV等に代表される音声、動画のリアルタイム通信のサービスのために一定のスループット以上の遅延の少ないデータの供給が要求されており、このため効率の良いパケットのルーティングが要望されて

いる。本発明は、上記効率の良いパケットのルーティングが可能なルーティング方法および装置に関し、さらに詳細には、2つのルータ間の接続数が複数である時、パケットのヘッダ情報の1つ又は複数を抽出し、それらが同一となるパケットは必ず同一のインタフェースから出力されるようにしたマルチリンク型ルーティング方法およびマルチリンク型ルータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のルーティング方式においては、2つのルータが、他のルータを介さず直接接続されており、その接続数が複数である時、入力されたパケットは複数接続されている経路に対し、ラウンドロビン形式、すなわち、入力順に複数の経路に分けられて送出されていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、従来技術においては2つのルータが、他のルータを介さず直接接続されており、その接続数が複数である時、パケットはラウンドロビン形式で送出されていた。このため、ルータへの入力順ごとに複数の経路に分れることとなり、場合によっては順序逆転、遅延が発生し、また、負荷の集中が起こる原因になるといった問題点があった。本発明は、上記した事情を考慮してなされたものであって、本発明の目的は、パケットの1つ又は複数のヘッダ情報をキーとして、これらが同一となるパケットは同一インタフェースから出力されるようにすることにより、パケットの順序制御を行うとともに、ルータ間が帯域の異なる複数の伝送路で接続されている場合、帯域の広い経路に、流れている量の多いパケットが割り当てられるようにし、負荷の分散を可能とすることである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 図1は本発明の原理説明図であり、図1(a)は本発明のルータの概略構成、

(b)はルータにおける処理を示している。図1(a)において、ルータ1-1、1-2間はマルチリンク接続されており、本発明のルータ1-1はパケットからヘッダ情報を抽出する手段と、ヘッダ情報をキーとしてハッシュ計算等により出力インタフェースを決定する手段を備えている。そして、図1(b)に示すように、他のルータへ直接接続されている経路が複数存在するルータに対してルーティングを行う必要があるパケットが入ってきた場合(図1(b)の1)、ヘッダ情報の1つ又は複数を抽出し読み込む(同図の2)。読み込んだヘッダ情報をキーとしてハッシュ計算等を行い(同図の3)、その計算結果であるハッシュ値に対応するインタフェースにパケットを出力する(同図の4)。従って、抽出したヘッダ情報が同一であるパケットの出力インタフェースは常に同一となる。このため、従来例のようにパケットの順序逆転が起こることがない。また、上記ハッシュ計算式として、流れている量の多いパケットに帯域の広い

経路が割り当てられるような関数を用いることにより、負荷集中を回避することができ、負荷分散を図ることが可能となる。

【0005】

【発明の実施の形態】図2は本発明の実施例のルータが適用されるシステムの構成例を示す図である。同図において、10-1、10-2、10-3は本発明のマルチリンク型ハッシュ方式のルータ（以下単にルータという）であり、ルータ10-1は、例えば、イーサネット等によるLAN接続、高速デジタル回線等によるWAN接続、専用回線等によるインターネット接続等により、パソコン（PC）やインターネット・サービス・プロバイダ（ISP）等の各種端末やサーバに接続されている。ルータ10-1は、さらにマルチリンク接続によりルータ10-2、10-3に接続されており、上記LAN、WAN、インターネット接続等を介して送出されるパケットは上記ルータ10-1、10-2、10-3でルーティングされて相手側に送出され、また、相手側から送られてきたパケットは、上記と逆の経路で上記LAN、WAN等を介してPC等の各種端末、サーバに送られる。

【0006】図3は本実施例のルータの構成を示す図である。ルータ10は同図に示すように、ルーティング処理を行うCPU10aと、ルートテーブル、ハッシュテーブル等を格納した制御用メモリ10bを備え、上記CPU10a、制御用メモリ10bはバス10cを介して複数の回線インタフェースIf1～Ifnに接続されている。

【0007】図4は上記ルートテーブル、ハッシュテーブルの一例を示す図である。同図（a）はルートテーブルを示し、（b）はハッシュテーブルを示している。ルートテーブルには、同図（a）に示すように宛て先IPアドレスに対応した出力先インタフェースが登録されており、IPアドレスがAAA、BBBの場合には、同図（a）に示すように参照するハッシュテーブル名（Hash1、Hash2）が登録されている。そして、出力先インタフェースとしてハッシュテーブル名が登録されている場合には、パケットのヘッダ情報の一部もしくは複数をキーとして所定のハッシュ計算式によりハッシュ計算を行ってハッシュ値を求め、同図（b）に示すハッシュテーブルを参照してハッシュ計算値に対応した出力先インタフェースを決定する。回線N1～Nnから回線インタフェースIf1～Ifnを介してパケットが入ってきた場合、上記CPU10aは上記制御用メモリ10bに格納された上記ルートテーブル、ハッシュテーブルを参照して出力先インタフェースを決定する。

【0008】例えば、図4の場合には、IPアドレスがAAAまたはBBBのとき、CPU10aは所定のハッシュ計算式によりハッシュ計算を行ってハッシュ値を求める。そして、IPアドレスがAAAの場合にはハッシュ

テーブルHash1を参照して、ハッシュ値に対応した出力先インタフェースを決定し、IPアドレスがBBBの場合にはハッシュテーブルHash2を参照してハッシュ値に対応した出力先インタフェースを決定する。また、IPアドレスがCCC～ZZZの場合には、ルートテーブルに登録された出力先インタフェースより出力先を決定する。なお、ハッシュ計算のキーとなるヘッダ情報およびハッシュ計算式は、適宜選択することができ、ハッシュ計算のキーとしては、例えば、ヘッダ情報中の送信元IPアドレス、送信先のポート番号等、あるいはこれら複数を使用することができ、また、ハッシュ計算式としては、例えばヘッダ情報を経路数で割り算したときの剰余を用いる等、各種の計算式を使用することができる。

【0009】負荷の分散を図る場合には、流れている量の多いパケットが帯域の広い経路に割り当てられるように、ハッシュ計算式を選択する。例えば、送信先ポート番号とプロトコルは対応しているので、ヘッダ情報から送信先ポート番号を抽出し、送信先ポート番号をキーとしてハッシュ計算を行い、伝送量が多いプロトコルのパケットが帯域の広い経路に割り当てられるようにする。図5は上記ポート番号をキーとしてハッシュ値を計算する場合の一例を示しており、同図では、プロトコルEC HO（ポート番号7）、SMTP（ポート番号25）のハッシュ値が“1”、プロトコルFTP（ポート番号21）のハッシュ値が“3”、プロトコルTELNET、HTTP、NNTP、SNMP（ポート番号はそれぞれ23、80、119、161）がハッシュ値“2”となるようなハッシュ計算式 $f(x)$ を選択した場合を示している。上記のように出力インタフェースを決定することにより、HTTP等の伝送量が多いプロトコルに帯域の広い経路を割り当てることができる。

【0010】図6は、上記ルータ10における処理手順を示す図であり、同図により本実施例のルータにおけるルーティング処理について説明する。ルータにパケットが入力されると（図6の1）、パケットの送信先IPアドレスを取得する（図6の2）。ついで、前記図4に示したルートテーブルを参照して（図6の3）、宛て先IPアドレスと出力先インタフェースとの対応を調べ、マルチリンク接続に対する送出であるか判定する（図6の4）。マルチリンク接続に対する送出の場合には、パケットのヘッダ情報を抽出し（図6の5）、抽出したヘッダ情報をキーにハッシュ計算を行う（図6の6）。そして、計算したハッシュ値（図6の7）と、前記図4に示したハッシュテーブルを参照して（図6の8）、出力インタフェースを決定し、パケットを送出する（図6の9、10）。また、マルチリンク接続に対する送出でない場合には、図6の4から9に行き、前記ルートテーブルに基づき出力インタフェースを決定し、パケットを送出する。

【0011】図7、図8は本実施例のルータによるルーティング処理の具体例を示す図である。図7は、ハッシュキーとして送信元IPアドレスを使用し、ハッシュ計算式として送信元IPアドレスの第4ブロックを経路数3で割った余りとした場合を示している。ルータ10-1とルータ10-2は図7(b)に示すように3本の経路で直接接続されており、ルータ10-1の各インタフェースはハッシュ値の0, 1, 2に対応している。

【0012】ルータ10-1にルータ10-2へルーティングするパケット〔図7(a)のA、B、C〕が入ってきた場合、ルータ10-1は、そのヘッダ情報から送信元IPアドレスの第4ブロックを抽出しハッシュ計算を行う。この場合、図7(a)に示すようにパケットAの送信元IPアドレスの第4ブロックは”2”であるので、3で割った剰余は2となりハッシュ値は2となる。同様に、パケットBのハッシュ値は”1”、パケットCのハッシュ値は”2”となる。したがって、ハッシュのキーが等しいパケットA及びCは2のインタフェースからルータ10-2へ出力され、パケットBは1のインタフェースからルータ10-2へ出力される。

【0013】図8はハッシュキーとして送信先ポート番号を使用し、ハッシュ計算式として送信先ポート番号を経路数3で割った余りとした場合を示している。ルータ10-1とルータ10-2は図8(b)に示すように2本の10Mbps、1本の100Mbpsの帯域の伝送路で直接接続されており、パケットAは回線に流れている量の多いサービスのパケットである。また、図7と同様、ルータ10-1の各インタフェースはハッシュ値の0, 1, 2に対応している。ルータ10-1にルータ10-3へルーティングするパケット〔図8(a)のA、B、C〕が入ってきた場合、ルータ10-1は、そのヘッダ情報から送信先ポート番号を抽出しハッシュ計算を行う。この場合、図8(a)に示すようにパケットAの送信先ポート番号は”80”であり、ハッシュ値は2

(3で割った剰余)となる。同様に、パケットBのハッシュ値は”0”、パケットCのハッシュ値は”2”となる。

【0014】したがって、ハッシュのキーが等しいパケットA及びCは帯域の広いインタフェース(100Mbps)2によりルータ10-2へ出力され、パケットBは0のインタフェース(10Mbps)によりルータ10-2へ出力される。なお、上記実施例では、ハッシュ

計算により出力インタフェースを決定する場合について示したが、本発明は、要はヘッダ情報をキーとして、これらが同一となるパケットは同一インタフェースから出力されるようにすればよく、ハッシュ計算以外の他の方法により出力インタフェースを決定するようにしてもよい。

#### 【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、2つのルータ間の接続が他のルータを介さず直接接続されており、その接続数が複数である時、パケットのヘッダ情報の1つ又は複数を抽出し、それらをキーとしたハッシュ計算等を行って出力インタフェースを決定するようにしたので、抽出したヘッダ情報が同一のパケットは必ず同一のインタフェースから出力される事が可能となる。従って、低コストでのパケットの順序制御を行うことができる。また、流れている量の多いパケットに帯域の広い経路が割り当てられるように出力インタフェースを決定することにより、負荷分散を図ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明の実施例のルータが適用されるシステムの構成例を示す図である。

【図3】本発明の実施例のルータの構成を示す図である。

【図4】ルートテーブル、ハッシュテーブルの構成例を示す図である。

【図5】ポート番号(プロトコル)をキーとしてハッシュ計算を行い出力インタフェースを決定する場合を説明する図である。

【図6】本発明の実施例のルータの処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明の具体的適用例(1)を示す図である。

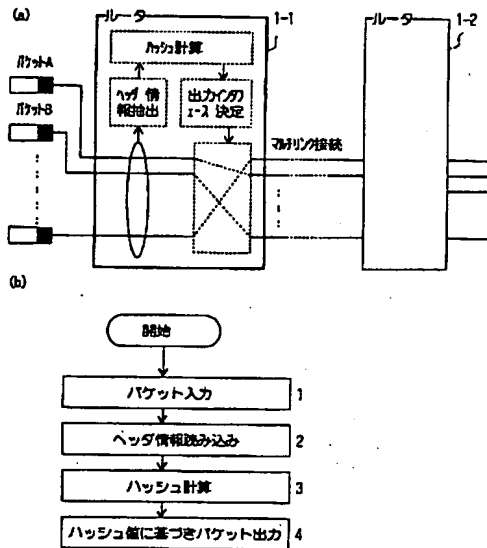
【図8】本発明の具体的適用例(2)を示す図である。

#### 【符号の説明】

1-1, 1-2	ルータ
10-1~10-3	ルータ
10a	CPU
10b	制御メモリ
10c	バス
If1~Ifn	回線インタフェース

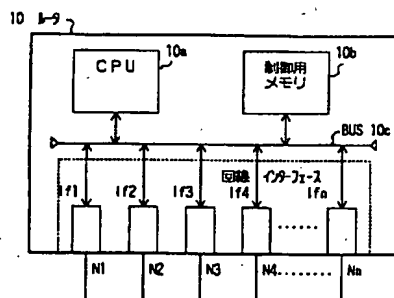
【図1】

本発明の原理説明図



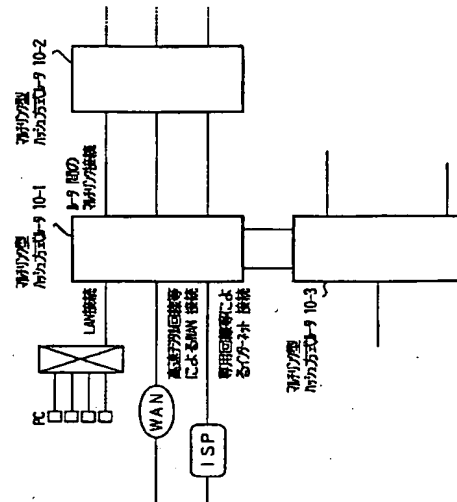
【図3】

本発明の実施例のルータの構成を示す図



【図2】

本発明の実施例のルータが運用されるシステムの構成例を示す図



【図4】

ルートテーブル、ハッシュテーブルの構成例を示す図

(a) ルートテーブル

宛先 IP アドレス	出力先インターフェイス
AAA	Hash 1
BBB	Hash 2
CCC	if 6
...	...
ZZZ	if n

(b) ハッシュテーブル

ハッシュテーブル (Hash 1)

Hash 値	出力先インターフェイス
0	if 1
1	if 2
2	if 3

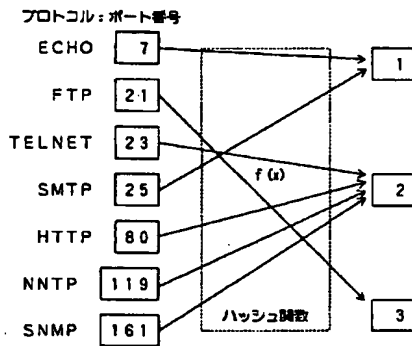
ハッシュテーブル (Hash 2)

Hash 値	出力先インターフェイス
0	if 4
1	if 5

...

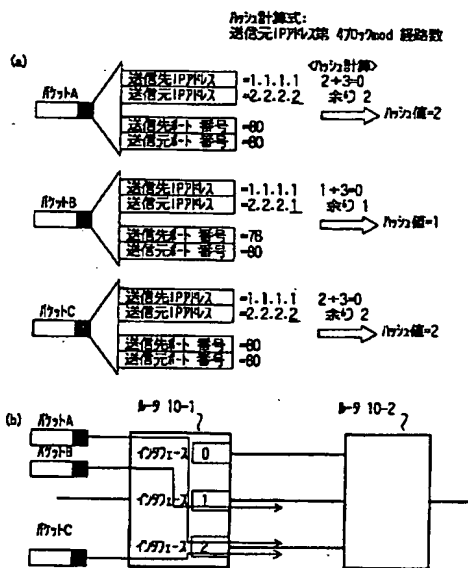
【図5】

ポート番号（プロトコル）をキーとしてハッシュ計算を行い  
出力インターフェースを決定する場合を説明する図



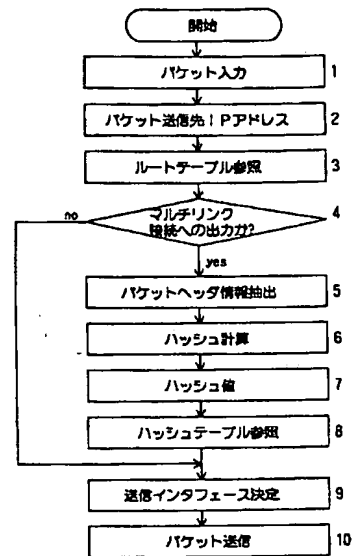
【図7】

本発明の具体的な適用例（1）を示す図



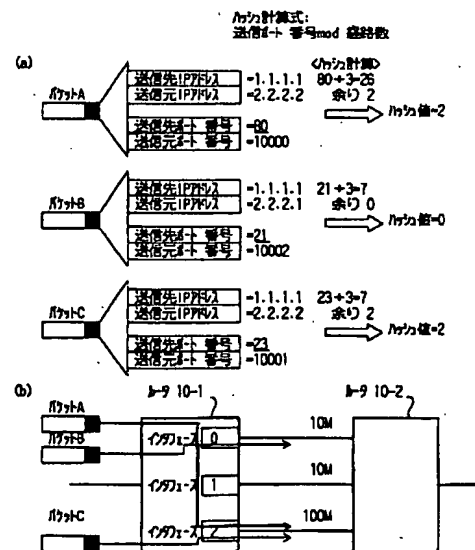
【図6】

本発明の実施例のルータの処理を示すフローチャート



【図8】

本発明の具体的な適用例（2）を示す図



## フロントページの続き

(72)発明者 細井 聡

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 今井 祐二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内Fターム(参考) 5K030 HB01 HB02 HC01 HD03 LB06  
LE03 MB09 MB13  
5K033 AA03 CB08 CC01 DA05 DB18

APPLICATION FOR  
UNITED STATES LETTERS PATENT  
SPECIFICATION

Inventor(s): Minenori DEMURA, Motomitsu ADACHI,  
Akira HOSOI and Yuji IMAI

Title of the Invention: MULTILINK ROUTING METHOD, MULTILINK  
ROUTER, AND STORAGE MEDIUM THEREOF



MULTILINK ROUTING METHOD, MULTILINK ROUTER, AND  
STORAGE MEDIUM THEREOF

Background of the Invention

5 Field of the Invention

In recent years, there has been the demand for delivering data with a slight transmission delay and with a predetermined throughput or higher in order to improve real-time communications services such as audio, moving images, etc. represented by an Internet  
10 telephone, an Internet radio, an Internet TV, etc. in an IP network. Therefore, efficient packet routing is currently demanded.

The present invention relates to a method and a  
15 device for enabling the above described efficient packet routing, and more particularly to a multilink routing method and a multilink router, which are intended to extract one or a plurality of items of header information from packets, and to always make  
20 the same interface output (transmit to the same line) the packets having the same header information, when the number of connection lines between two routers is plural.

25 Description of the Related Art

With conventional routing methods, when two routers are directly connected, not via a different router and the number of connection paths (lines) between the two routers is plural, packets input to each of the two routers are distributed and transmitted to a plurality of paths (lines) between the two routers with round robin scheduling, that is, in the order in which the packets are input if the number of connected paths (lines) is plural.

Fig. 1 is a schematic diagram for explaining the routing method adopting the round robin scheduling when multiple links are connected.

In this figure, a source host H1 communicates data streams such as audio data, image data, etc. with a destination host H2 via two multilink routers R1 and R2. The two multilink routers R1 and R2 are connected by three paths (links) L1 through L3.

If data streams such as audio, images, etc. are communicated over an IP network, a UDP (User Datagram Protocol) is normally used instead of a TCP (Transmission Control Protocol). This is because communications are required to be made in real time. Since the TCP controls a retransmission, rearranges the order of arrived packets, corrects an error, etc., its overhead is large. Because the TCP includes the

above described capabilities, approximately 20 to 50 percent of the total data to be transmitted is other than the application data itself, such as an overhead, etc. In the meantime, the UDP reduces its overhead to  
5 approximately 3 to 5 percent of the amount of data.

When the source host H1 transmits a data stream such as audio, an image etc., it divides the data stream into predetermined lengths according to an MTU (Maximum Transmission Unit) of a data link (for  
10 example, a network such as an Ethernet, an FDDI, etc.) over which the data stream is transmitted. The MTU is the maximum amount of data that can be transmitted over a data link. Next, the source host H1 generates a segment by adding a UDP header to the divided data  
15 in a transport layer. A port number for identifying a TCP/IP application is assigned to the UDP header. Next, an IP datagram is generated by adding an IP header to the segment in a network layer. The IP address of the source host H1 and that of the  
20 destination host H2 are respectively assigned to the IP header as a source address and a destination address.

Then, a frame (hereinafter referred to as a packet) is generated by adding to the IP datagram the  
25 header of the data link over which the data is

transmitted in a data link layer. The maximum data length of the packet is stipulated by the MTU of the data link as described above. The packet is transmitted to the multilink router R1 over the data link, and is further transmitted to the destination host H2 via the multilink router R2. Accordingly, the packet includes the header composed of the data link header, the IP header, and the UDP header in addition to the divided data of the data stream.

Fig. 1 shows the case where the source host H1 divides the data stream (application data) D such as audio, an image, etc. to be transmitted to the destination host H2 into 6 packets 1 through 6, and transmits the packets to the destination host H2. Each of the packets 1 through 6 is composed of a header  $H_i$  ( $i=1$  through 6) and divided data  $D_i$  ( $i=1$  through 6) of the data stream D. The multilink router R1 distributes the packets 1 through 6 received from the source host H1 to 3 paths (lines) between the multilink router R2 and the multilink router R1 itself with the round robin scheduling, and transmits the packets to the multilink router R2. In the example shown in Fig. 1, the packets 1 and 4, the packets 2 and 5, and the packets 3 and 6 are respectively distributed to the first path (line) L1, the second path (line) L2, and

the third path (line) L3. In this case, the destination host H2 must receive the packets in the order from 1 through 6 so as to restructure the data stream D in real time.

5       As described above, with the conventional methods, when two routers are directly connected, not via a different router and the number of connection paths (lines) between the two routers is plural, the packets input to these routers are distributed and transmitted  
10       to a plurality of paths with the round robin scheduling if the number of connection paths (lines) is plural. Therefore, if application data is divided into a plurality of packets and transmitted from one node to another as shown in Fig. 1, the respective  
15       packets are distributed to a plurality of paths in the order in which they are input to the routers. As a result, the order of the packets may be reversed or a transmission delay or loss can sometimes occur, and a load is concentrated and imposed on a particular  
20       path.

      For example, if a delay or a fault occurs on a certain path (the second path L2 in this case) as shown in Fig. 1, the destination host H2 cannot reproduce the audio or the image (for example, the  
25       audio is partially interrupted, or part of the image

is lost and not displayed) due to a delay or a loss of the arrival of the divided data (the data stored in the packets 2 and 5 in this case).

## 5      Summary of the Invention

10      The present invention was developed in the above described background. An object of the present invention is to accurately control the order of packets by performing control so that packets having the same header information are output from the same interface with the use of one or a plurality of items of header information of the packets as a key, and to allow a path having a broader bandwidth to be allocated to packets whose traffic amount is large, and for a load to be distributed and imposed on individual paths, when routers are connected by a plurality of paths having different bandwidths.

15      A router according to the present invention comprises an extracting unit, a determining unit, and a hash calculating unit.

20      In a first aspect of the present invention, the extracting unit extracts one or a plurality of items of header information from an input packet, and the determining unit determines the output interface of the packet by using the one or the plurality of items

25

of extracted header information as a key.

In a second aspect of the present invention, the extracting unit extracts one or a plurality of items of header information from an input packet, the hash calculating unit performs a hash calculation by using  
5 the one or the plurality of items of extracted header information as a key, and the determining unit determines the output interface of the packet based on the result of the hash calculation.

10 Fig. 2 is a schematic diagram for explaining the routing method according to the present invention when multiple links are connected. Since packets having the same header information which is the key to a hash calculation pass through the same route between two  
15 multilink routers R1' and R2' in all cases, all of packets 1 through 6 including the respective data into which the same application data is divided pass through the same route L3'. Therefore, the end-to-end transmission (the transmission between the source host  
20 H1' and the destination host H2' in Fig. 2) of all the packets (data) is not affected, even if a delay or a fault occurs on a different route L2'.

#### Brief Description of the Drawings

25 Fig. 1 is a schematic diagram for explaining a

conventional routing method adopting round robin scheduling when multiple links are connected;

Fig. 2 is a schematic diagram for explaining the principle of the routing method according to the present invention, when multiple links are connected;

Fig. 3 explains the principle of the present invention, and illustrates the outline of the configuration of a router;

Fig. 4 is a flowchart showing the process performed by the router according to the present invention;

Fig. 5 is a schematic diagram exemplifying the configuration of the system to which the router according to a preferred embodiment of the present invention is applied;

Fig. 6 exemplifies the configuration of the router according to the preferred embodiment of the present invention;

Fig. 7 exemplifies the structure of a route table;

Fig. 8 exemplifies the structure of a hash table;

Fig. 9 explains the case where an output interface is determined by performing a hash calculation with the use of a port number (protocol) as a key;

Fig. 10 is a flowchart showing the process performed by the router according to the preferred



embodiment of the present invention;

Fig. 11 shows a specific example to which the present invention is applied (No. 1);

Fig. 12 shows the configuration of the specific example to which the present invention is applied (No. 1);

Fig. 13 shows a specific example to which the present invention is applied (No. 2); and

Fig. 14 shows the configuration of the specific example to which the present invention is applied.

#### Detailed Description of the Preferred Embodiments

The present invention will be more apparent from the following detailed description, when taken in conjunction with the accompanying drawings.

Fig. 3 shows the principle of the present invention, and shows the outline of the configuration of a router.

Fig. 4 is a flowchart showing the process performed by the router.

In Fig. 3, multiple links are connected between routers 1-1 and 1-2. The router 1-1 includes a header information extracting unit 2 for extracting header information from a packet, a hash calculating unit 3 for performing a hash calculation by using the

extracted header information as a key, an output interface determining unit 4 for determining an output interface based on the result of the hash calculation, and an output interface 5. The router 1-2 has the same configuration as that of the router 1-1.

The operations performed by the router 1-1 having the above described configuration are explained by referring to the flowchart shown in Fig. 4.

When a packet to be routed to the router 1-2 from which a plurality of links are directly connected to the router 1-1 is input (step S1), the header information extracting unit 2 of the router 1-1 extracts one or a plurality of items of header information from the packet (step S2), and reads the extracted header information. The hash calculating unit 3 performs the hash calculation by using the extracted header information as a key (step S3). The output interface determining unit 4 outputs the packet to the output interface corresponding to the hash value resultant from the calculation (step S4).

Accordingly, packets from which the same header information is extracted are output to the same output interface in any case. Therefore, the input and the output orders of packets having the same header information are not reversed, unlike the conventional

methods. Additionally, by using as the expression of the above described hash calculation a function for allocating a path having a broader bandwidth to a larger number of packets having a certain item or identical items of header information, a load can be prevented from being concentrated and imposed on a particular link. As a result, the load can be distributed to respective paths.

Fig. 5 exemplifies the configuration of the system to which a router according to a preferred embodiment of the present invention is applied. In this figure, routers 10-1, 10-2, and 10-3 are multilink hashing routers according to the preferred embodiment of the present invention. The router 10-1 is connected to each type of a terminal such as a PC (Personal Computer), etc. or to a server such as an ISP (Internet Service Provider) server, etc., when being connected to a LAN with an Ethernet, etc., to a WAN with a high-speed digital line, to the Internet with a dedicated line, etc.

The router 10-1 is further connected to the routers 10-2 and 10-3 by multiple links. Packets to be transmitted via the LAN, the WAN, the Internet, etc. are routed by the routers 10-1, 10-2, and 10-3, and are transmitted to a router (not shown in Fig. 5)

on an opposing side. The packets transmitted from the router on the opposing side are transmitted to each type of a terminal such as a PC, a server such as an ISP server, etc. via the LAN, the WAN, etc. on the reverse path.

Fig. 6 is a block diagram showing the configuration of the routers 10-1, 10-2, and 10-3 according to the above described preferred embodiment.

A router 10 includes a CPU 10a for performing a routing process and a control memory 10b for storing a route table, a hash table, etc. The CPU 10a and the control memory 10b are connected to a plurality of line interfaces If0 through Ifn via a bus 10c.

Fig. 7 exemplifies the route table, while Fig. 8 exemplifies the hash table.

Output interfaces 21 corresponding to destination IP addresses are registered to the respective entries included in the route table 20 as shown in Fig. 7. For IP addresses AAA and BBB, hash table names to be referenced (Hash1 and Hash2) are registered as shown in Fig. 7. If a hash table name is registered as an output interface, a hash value is obtained by performing a hash calculation based on a predetermined hash calculation expression with the use of one or more of the items of header information of an input

packet as a key. The input packet is output to the output interface corresponding to the calculated hash value with reference to the hash tables 30a and 30b having the above described hash table names (Hash1 and Hash2) shown in Fig. 8.

When a packet is input from any one of lines N0 through Nn via any one of the line interfaces If0 through Ifn, the CPU 10a determines an output interface for outputting this input packet with reference to the route table 20 and the hash tables 30a and 30b, which are stored in the control memory 10b.

Assuming that the IP address of an input packet is AAA or BBB in Figs. 7 and 8, the CPU 10a obtains the hash value by performing a hash calculation with a predetermined hash expression. If the IP address is AAA, the CPU 10a determines the line interface corresponding to the hash value to be the output interface by referencing the hash table 30a (Hash1). If the IP address is BBB, the CPU 10a determines the line interface corresponding to the hash value to be the output interface by referencing the hash table 30b (Hash2). Or, if the IP address is any of CCC through ZZZ, the CPU 10a determines the corresponding line interface registered to the route table 20 to be the

output interface.

Note that the header information and the hash calculation expression, which are the keys to the hash calculation, may suitably be selected. As the header information which is the key to the hash calculation, for example, a source IP address stored in an IP header, a destination port number stored in a TCP header, etc. or a combination of these items of header information may be used. As the hash calculation expression, each type of a calculation expression such as an expression for obtaining a remainder calculated by dividing header information by the number of paths, may be used.

When a load is distributed to respective links, a hash calculation expression is selected so that a path having a broader bandwidth is allocated to packets whose traffic amount is large.

For example, according to a TCP/IP, the destination port number within a TCP header or a UDP header corresponds to a TCP or a UDP upper protocol (application protocol). Therefore, a hash calculation is performed by extracting the destination port number from the header information, and using the extracted number as a key, so that a path having a broader bandwidth is allocated to packets of protocol whose

transmission amount is large. Fig. 9 shows the example where a hash value is calculated by using the above described destination port number as a key. This figure shows the case where a hash calculation expression  $f(x)$  is selected so that the hash values of a protocol ECHO (port number 7) and an SMTP (port number 25) are "1", the hash value of a protocol FTP (port number 21) is "3", and the hash values of protocols TELNET, HTTP, NNTP, and SNMP (port numbers are respectively 23, 80, 119, and 161) are "2".

As described above, a path having a broader bandwidth can be allocated to a protocol such as an HTTP, whose transmission amount is large, by determining an output interface with the use of a destination port number as a key.

Recently, the University of Illinois has developed a VDP (Video Data Protocol) as a protocol of a transport layer. The VDP is a protocol which is a hybrid of the advantages of the TCP and the UDP protocols, and is used for a moving image delivering system named VOSAIC, which is currently being developed by the university and is equipped with the capability for controlling a transmission speed of moving data. The present invention can be easily applied also to the case where an output interface is

determined by using the destination port number assigned to a VDP protocol header as a key.

Fig. 10 is a flowchart showing a routing process performed by the router 10. This process will be explained below by referring to this figure.

When a packet is input to the router 10 (step ST1), the destination IP address of the packet is obtained (step ST2). Then, the correspondence between the destination IP address and an output interface is examined by referencing the route table 20 shown in Fig. 7 (step ST3). It is then determined whether or not a transmission is addressed to a multilink connection (step ST4). If "YES", the header information is extracted from the packet (step ST5), and a hash calculation is performed by using the extracted header information as a key (step ST6). The hash value resultant from the calculation is obtained (step ST7), and an output interface is determined (step ST9) by using the obtained hash value as a key with reference to the hash tables 30a and 30b shown in Fig. 8 (step ST8). The packet is transmitted from the determined output interface (step ST10). If "NO" in step ST4, the process skips to step ST9 where a corresponding output interface is obtained and determined according to the route table 20. As a



result, the packet is transmitted from the determined output interface (step ST10).

Figs. 11 through 14 show specific examples of the routing process performed by the router 10 according to the preferred embodiment.

Figs. 11 and 12 illustrate the case where a source IP address within an input packet is used as a hash key, and a hash function having a value which is the remainder obtained from dividing the fourth block of the source IP address by the number of paths 3 is used as a hash calculation expression.

The routers 10-1 and 10-2 are directly connected by 3 paths as shown in Fig. 12. The respective line interfaces If0 through If2 of the router 10-1 respectively correspond to hash values 0, 1, and 2.

When packets to be routed to the router 10-2 (packets A through C shown in Fig. 11) are input to the router 10-1, the router 10-1 extracts the fourth block of the source IP address from the IP header information of each of the packets, and performs a hash calculation. In this case, the value of the fourth block (8 bits in the latter half) of the source IP address of the packet A is "2" as shown in Fig. 11. Accordingly, the remainder obtained by dividing the value of the fourth block by 3 will become 2, and its

hash value will become 2. With a similar hash calculation, the hash values of the packets B and C respectively result in "1" and "2".

Accordingly, the packets A and C whose keys (hash values) in the hash table 30a are identical are output from the line interface If2 to the router 10-2, while the packet B is transmitted from the line interface If1 to the router 10-2.

Figs. 13 and 14 show the case where the destination port number stored in the TCP or the UDP header of a packet is used as a hash key, and a hash function having a value which is the remainder obtained by dividing the destination port number by the number of paths 3 is used as a hash calculation expression.

The routers 10-1 and 10-2 are directly connected by two paths having a 10-Mbps bandwidth and one path having a 100-Mbps bandwidth as shown in Fig. 14. A packet A is a packet of a service in which a traffic amount is large. Likewise Figs. 11 and 12, the respective line interfaces If0 through If2 of the router 10-1 respectively correspond to the hash values 0, 1, and 2.

When packets to be routed to the router 10-3 (packets A through C shown in Fig. 13) are input to

the router 10-1, the router 10-1 extracts the destination port number from the header information of each of the packets, and performs a hash calculation. In this case, the destination port number of the packet A is "80" as shown in Fig. 13. Therefore, the hash value is calculated to be 2 (the remainder obtained by dividing 80 by 3). With a similar hash calculation, the hash values of the packets B and C respectively result in "0" and "2".

Accordingly, the packets A and C whose keys (hash values) in the hash table 30a are identical are output from the line interface If2 having a broader (100-Mbps) bandwidth to the router 10-2, while the packet B is output from the line interface If0 (10-Mbps) to the router 10-2.

The above provided preferred embodiment refers to the case where an output interface is determined with a hash calculation. In short, the only thing requisite for the present invention is to output packets having the same header information from the same line interface by using the header information as a key. Therefore, the output interface may be determined with a method other than a hash calculation.

As described above, according to the present invention, an output interface is determined, for

example, with a hash calculation by extracting one or more items of header information from a packet, and using the extracted information as a key, if two routers are directly connected, not via a different router, and if the number of connected paths between the routers is plural. Accordingly, it becomes possible to output from the same interface packets from which extracted header information are identical, in any case.

Consequently, the order of packets can be controlled at a high-speed, and at low cost. Additionally, it becomes possible to distribute a traffic load to respective paths by determining an output interface such that a path having a broader bandwidth is allocated to packets whose traffic amount is large.

Furthermore, with the multilink routing method and the multilink router, a traffic load can be distributed to respective lines by performing a calculation using an optimum hash calculation expression. That is, the quantity of flowing packets can be controlled for the respective lines. As a result, it becomes possible to use lines more efficiently than with the round robin scheduling, thereby reducing the number of lines as multiple

links.

What is claimed is:

1. A multilink routing method for use in the case where two routers are directly connected, and the number of connected lines is plural, comprising the steps of:

(a) extracting one or a plurality of items of header information from an input packet; and

(b) determining an output interface for transmitting the packet by using the one or the plurality of items of extracted header information as a key.

2. The multilink routing method according to claim 1, wherein

in said determining step (b), a hash calculation is performed by using the one or the plurality of items of header information of the input packet as a key, and the output interface for transmitting the packet is determined based on a hash value obtained with the hash calculation.

3. The multilink routing method according to claim 1, wherein

in said determining step (b), a hash value which

allocates a path having a broader bandwidth to packets whose traffic amount is large is calculated by using the one or the plurality of items of header information as a key, and the output interface for transmitting the packet is determined based on the hash value.

4. The multilink routing method according to claim 1, wherein the information extracted in said step (a) is a destination address assigned to a header of a protocol of a network layer.

5. The multilink routing method according to claim 4, wherein the protocol of the network layer is an IP.

6. The multilink routing method according to claim 1, wherein the header information extracted in said step (a) is a destination port number.

7. The multilink routing method according to claim 6, wherein the destination port number is a port number of a TCP.

8. The multilink routing method according to

claim 6, wherein the destination port number is a port number of a UDP.

9. The multilink routing method according to  
5 claim 6, wherein the destination port number is a port number of a VDP.

10. A multilink router having a plurality of line interfaces, comprising:  
10 means for extracting one or a plurality of items of header information from an input packet; and  
means for determining an output interface for transmitting the packet by using the one or the plurality of items of extracted header information as  
15 a key.

11. A multilink router having a plurality of line interfaces, comprising:  
means for extracting one or a plurality of items  
20 of header information from an input packet;  
means for performing a hash calculation by using the one or the plurality of items of extracted header information as a key; and  
means for determining an output interface for  
25 outputting the packet based on a hash value obtained



with the hash calculation.

12. The multilink router according to claim 11,  
wherein said means for performing a hash calculation  
5 calculates a hash value which allocates a path having  
a broader bandwidth to packets whose traffic amount  
is large.

13. The multilink router according to claim 11,  
10 wherein

said output interface determining means comprises  
a route table in which the header information and an  
output interface are corresponded, obtains the output  
interface corresponding to the header information by  
15 searching the route table by using the header  
information as a key, and determines the output  
interface as the output interface for transmitting the  
packet.

20 14. The multilink router according to claim 13,  
wherein the header information is a destination  
address assigned to a header of a protocol of a  
network layer.

25 15. The multilink router according to claim 14,

wherein the protocol of the network layer is an IP.

16. The multilink router according to claim 11,  
wherein said output interface determining means  
5 comprises:

at least one hash table in which a hash value and  
an output interface is corresponded;

a route table in which the header information and  
a hash table are corresponded; and

10 means for obtaining a hash table corresponding to  
the header information by searching said route table  
with the use of the header information as a key;

means for obtaining a hash table corresponding to  
the header information by searching said route table  
15 with the use of the header information as a key; and

means for searching said hash table with the use  
of the obtained hash value as a key, for obtaining the  
output interface corresponding to the hash value, and  
for determining the output interface as the output  
20 interface of the input packet.

17. The multilink router according to claim 16,  
wherein the header information is a destination  
address assigned to a header of a protocol of a  
25 network layer.

18. The multilink router according to claim 17,  
wherein the protocol of the network layer is an IP.

19. The multilink router according to claim 11,  
5 wherein said output interface determining means  
comprises:

a route table in which the header information and  
a hash table are corresponded;

means for obtaining a hash value by performing a  
10 hash calculation with the use of the header  
information as a key; and

means for searching said hash table by using the  
obtained hash value as a key, for obtaining the output  
interface corresponding to the hash value, and for  
15 determining the output interface as the output  
interface of the input packet.

20. The multilink router according to claim 19,  
wherein the header information is a destination  
20 address assigned to a header of a protocol of a  
network layer.

21. The multilink router according to claim 20,  
wherein the protocol of the network layer is an IP.

22. The multilink router according to claim 19, wherein the header information is a destination port number.

5        23. The multilink router according to claim 22, wherein the destination port number is a port number of a TCP.

10       24. The multilink router according to claim 22, wherein the destination port number is a port number of a UDP.

15       25. The multilink router according to claim 22, wherein the destination port number is a port number of a VDP.

20       26. The multilink router according to claim 11, wherein the header information extracted by said extracting means is a destination address assigned to a header of a protocol of a network layer

27. The multilink router according to claim 26, wherein the protocol of the network layer is an IP.

25       28. The multilink router according to claim 26,

wherein the header information extracted by said extracting means is a destination port number.

5        29.    The multilink router according to claim 28,  
wherein the destination port number is a port number  
of a TCP.

10       30.    The multilink router according to claim 28,  
wherein the destination port number is a port number  
of a UDP.

15       31.    The multilink router according to claim 28,  
wherein the destination port number is a port number  
of a VDP.

20       32.    A computer-readable storage medium on which  
is recorded a program for enabling a computer to  
execute a path control process of a multilink router  
having a plurality of line interfaces, said process  
comprising the steps of:

      (a) extracting one or a plurality of items of  
header information from an input packet; and

25        (b) determining an output interface for  
transmitting the input packet by using the one or the  
plurality of items of extracted information as a key.

33. The storage medium according to claim 32, wherein said step (a) comprises the steps of:

(a11) performing a hash calculation by using the one or the plurality of items of header information as a key; and

(a12) determining the output interface for transmitting the input packet based on a hash value obtained with the hash calculation.

34. The storage medium according to claim 32, wherein said step (a) comprises the steps of:

(a21) calculating a hash value which allocates a path having a broader bandwidth to packets whose flowing quantity is large by using the one or the plurality of items of header information as a key; and

(a22) determining the output interface for transmitting the input packet based on the hash value.

35. The storage medium according to claim 32, wherein the header information extracted in said step (a) is a destination address assigned to a header of a protocol of a network layer.

36. The storage medium according to claim 35, wherein the protocol of the network layer is an IP.

37. The storage medium according to claim 32,  
wherein the header information extracted in said step  
(a) is a destination port number.

5 38. The storage medium according to claim 33,  
wherein the destination port number is a port number  
of a TCP.

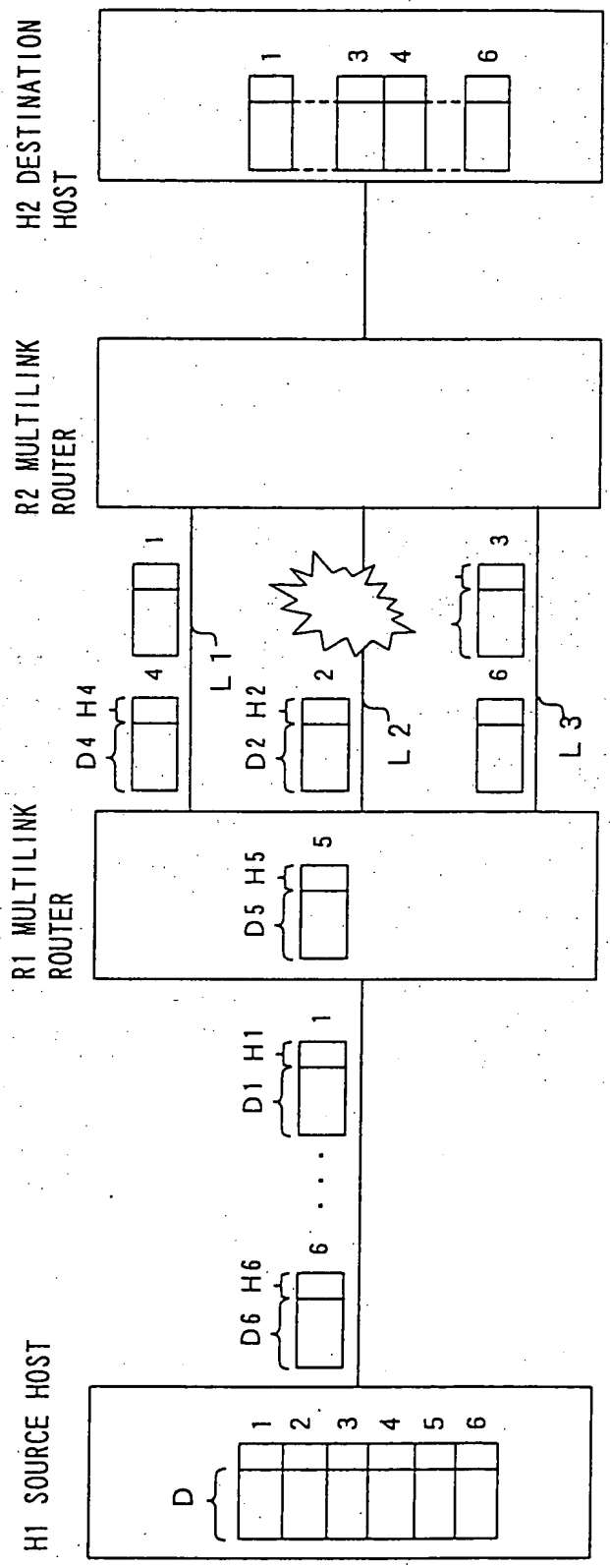
39. The storage medium according to claim 33,  
10 wherein the destination port number is a port number  
of a UDP.

40. The storage medium according to claim 33,  
wherein the destination port number is a port number  
15 of a VDP.

**Abstract of the Disclosure**

When a packet to be routed to a router is input,  
one or a plurality of items of header information are  
5 extracted from the packet. A hash calculation is  
performed by using the extracted header information  
as a key, and the packet is output to the interface  
corresponding to the hash value obtained with the hash  
calculation. Therefore, since the packets having the  
10 same header information are always output to the same  
output interface in the order in which they are input,  
the order of packets is never reversed. Furthermore,  
a load can be distributed by using as a hash  
calculation expression the function which allocates  
15 a path having a broader bandwidth to packets whose  
traffic amount is large.





PRIOR ART

FIG. 1

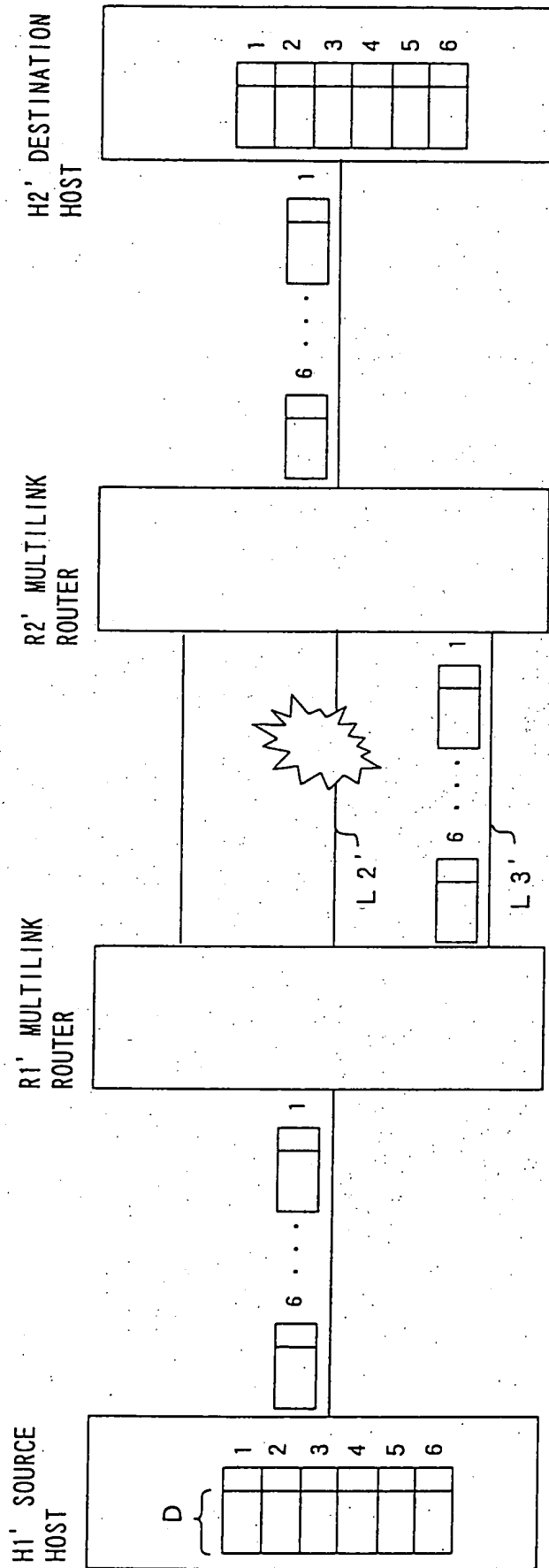


FIG. 2

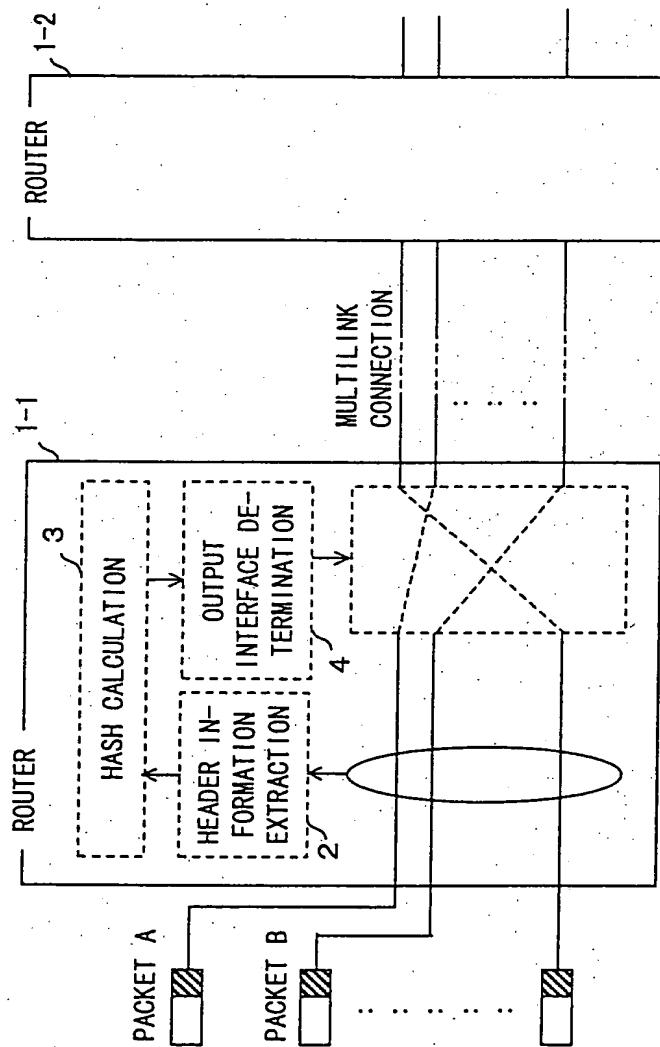


FIG. 3

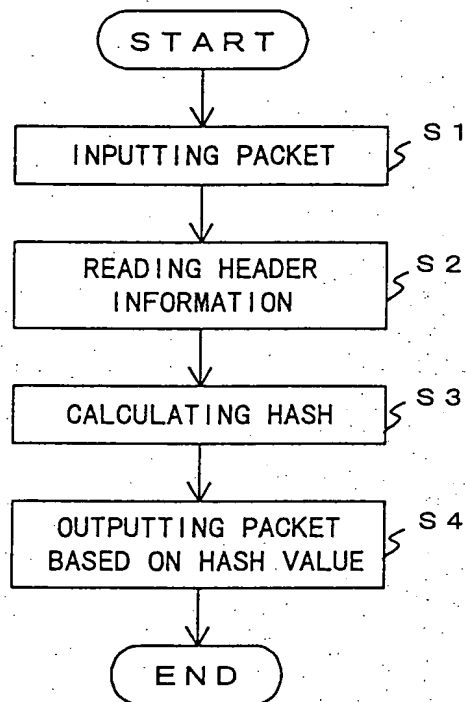


FIG. 4

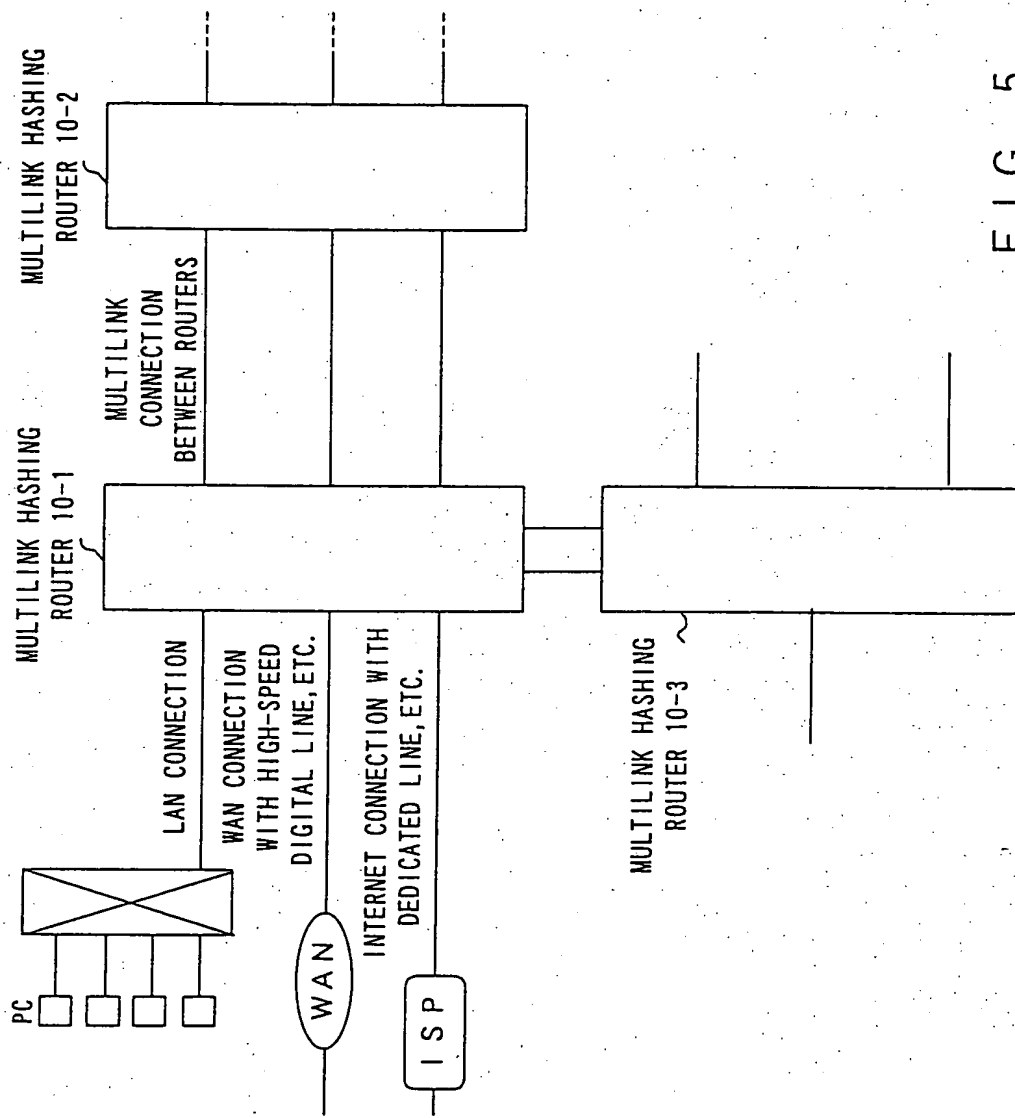


FIG. 5

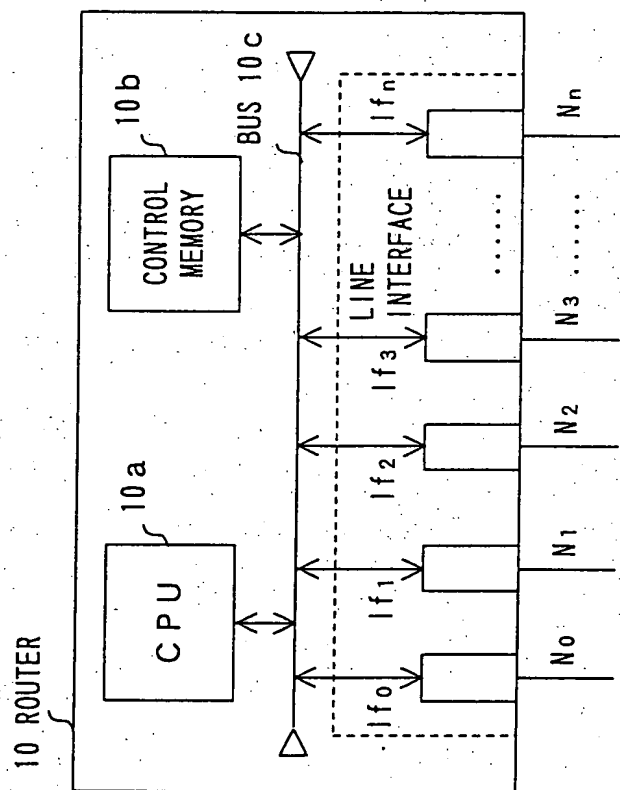


FIG. 6

$\frac{20}{\downarrow}$ 
 $\frac{21}{\downarrow}$

DESTINATION IP ADDRESS	OUTPUT INTERFACE
A A A	H a s h 1
B B B	H a s h 2
C C C	I f 5
:	:
:	:
:	:
Z Z Z	I f n

F I G. 7

3 0 a



HASH TABLE (Hash 1)

HASH VALUE	OUTPUT INTERFACE
0	I f 0
1	I f 1
2	I f 2

3 0 b



HASH TABLE (Hash 2)

HASH VALUE	OUTPUT INTERFACE
0	I f 3
1	I f 4

:

:

:

F I G. 8



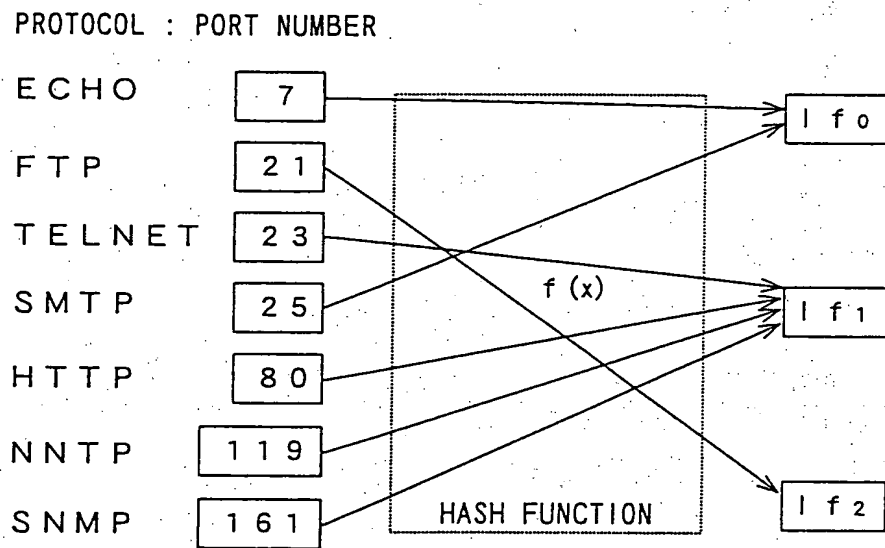


FIG. 9

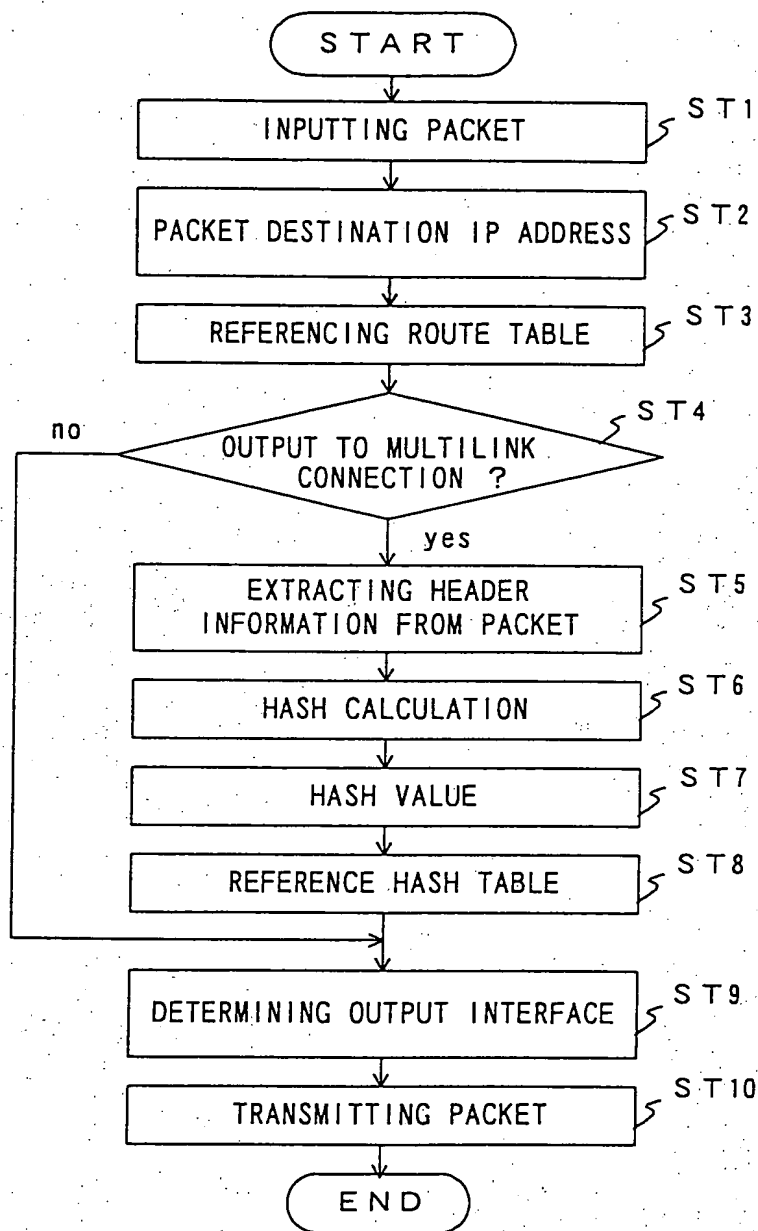


FIG. 10

HASH CALCULATION EXPRESSION:  
 FOURTH BLOCK OF SOURCE  
 IP ADDRESS mod THE NUMBER OF PATHS

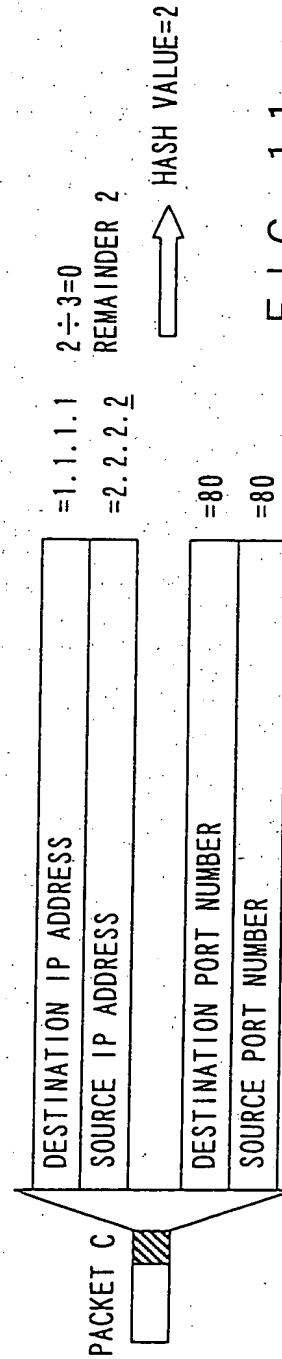
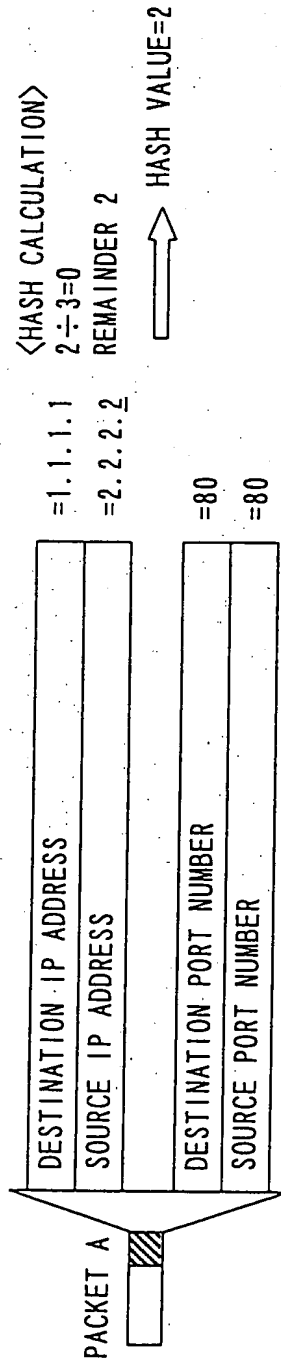


FIG. 11

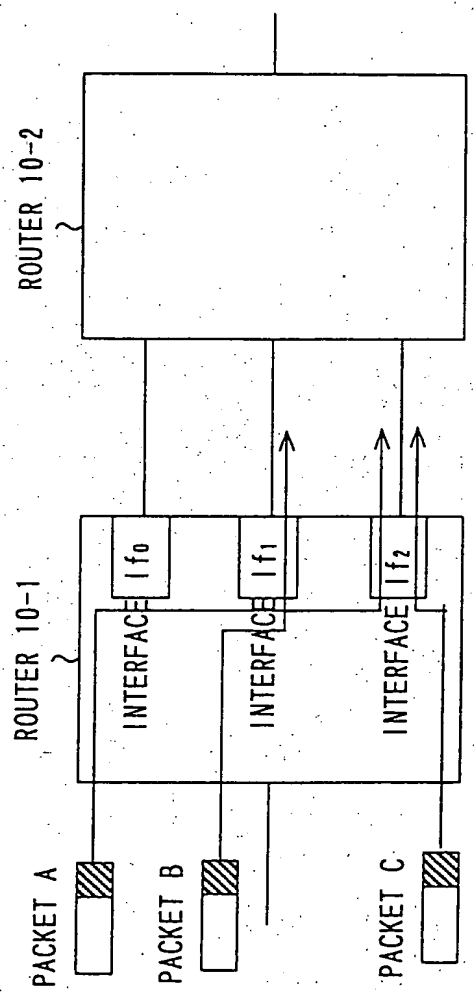


FIG. 12

HASH CALCULATION EXPRESSION:  
 DESTINATION PORT NUMBER mod THE NUMBER OF  
 PATHS

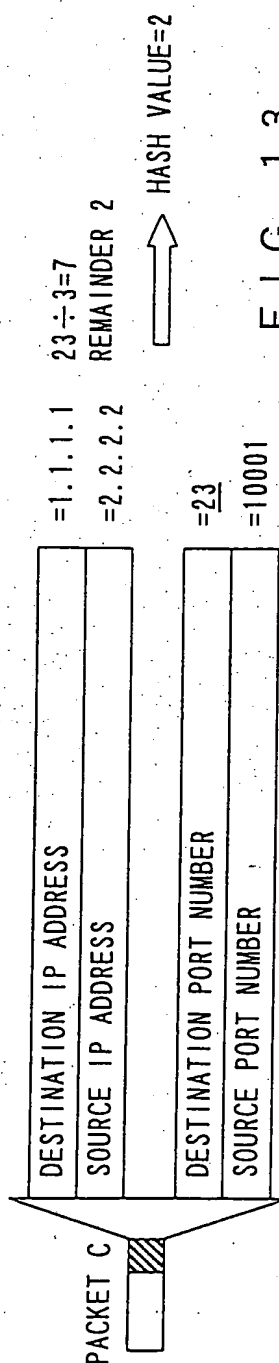
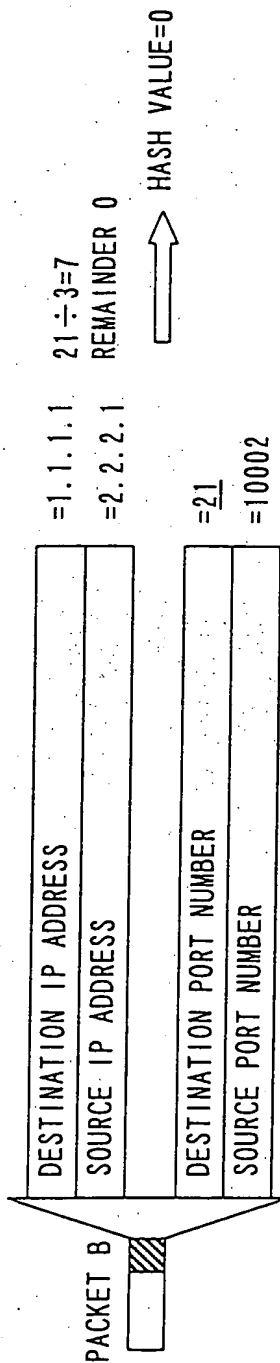
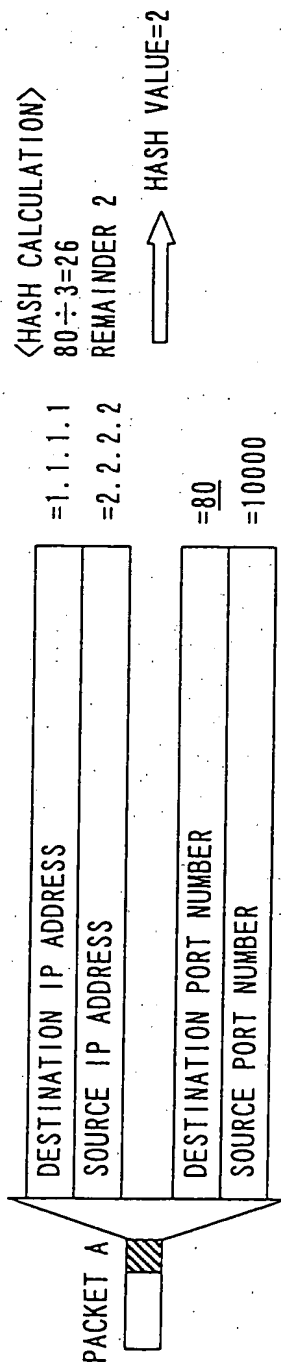


FIG. 13

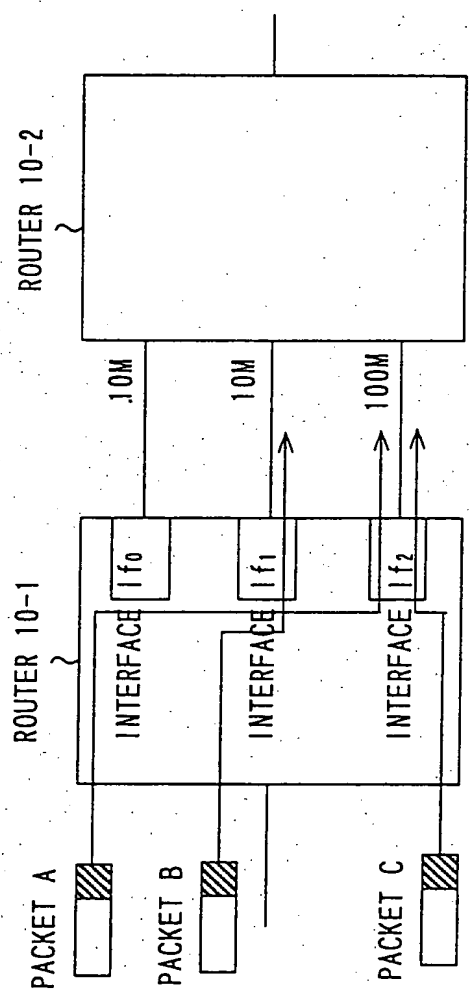


FIG. 14